



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 14 170 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 02 B 6/42  
G 02 B 6/43  
H 04 B 10/02

21 Aktenzeichen: 197 14 170.6-51  
22 Anmeldetag: 21. 3. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 7. 98

DE 197 14 170 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

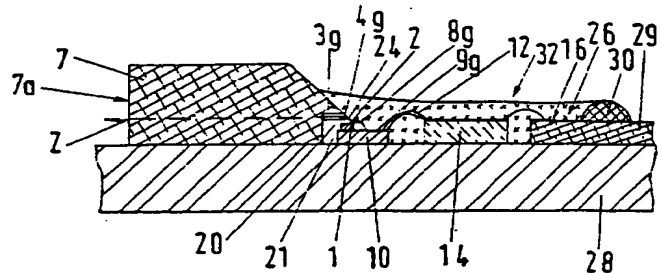
73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Plickert, Volker, Dipl.-Ing., 14656 Brieselang, DE;  
Carl, Ralf, Dipl.-Ing., 12249 Berlin, DE; Lehner,  
Barbara, 80687 München, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 43 23 828 A1  
EP 04 66 975 A1

54 Elektrooptisches Modul

57 Das Modul umfaßt einen Wandler (1), an dem über einen Koppelspalt (2) zumindest ein Lichtwellenleiterende (1a) optisch angekoppelt ist. Der Koppelspalt (2) ist mit einem ersten, lichtdurchlässigen Material (20) ausgefüllt. Ein zweites lichtundurchlässiges Material (26) schützt eine in unmittelbarer Nähe des Wandlers (1) angeordnete elektrische Schaltung (14) vor Außenlicht. Das zweite Material (26) entspricht in seiner chemischen Grundzusammensetzung dem ersten Material (20), ist jedoch in seinen optischen Eigenschaften zwecks Lichtundurchlässigkeit modifiziert. Durch das erste und zweite Material tritt zumindest ein der Ansteuerung des Wandlers dienender Bonddraht (8g).



DE 197 14 170 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet insbesondere mehrkanaliger elektrooptischer Datenübertragungs-Verbindungen und betrifft ein elektrooptisches Modul mit mindestens einem elektrooptischen Wandler. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einem elektrooptischen Wandler sowohl ein Sende- als auch ein Empfangselement verstanden (z. B. lichtemittierende Dioden, oberflächenemittierende Laserdioden oder Fotodioden). Der oder die jeweils optisch aktive(n) Oberflächenbereich(e) des Wandlers – d. h. bei einem Sender lichtabstrahlende bzw. bei einem Empfänger lichtempfindliche Zonen – wird bzw. werden nachfolgend verallgemeinert als optisch aktive Zone(n) bezeichnet.

Eine im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und den Kopplungswirkungsgrad eines Moduls besonders kritischer Bereich im Modulaufbau ist die Koppelstelle zwischen dem Wandler und dem Einkoppelbereich einer der Lichtwellenleitung dienenden Lichtleitfaser (Lichtwellenleiter). Für mehrkanalige Module ist eine der Kanalanzahl entsprechende Anzahl von Koppelstellen notwendig. Grundsätzlich müssen derartige Koppelbereiche vor Außeneinflüssen, insbesondere z. B. kondensierender Luftfeuchtigkeit und Temperaturwechseln, geschützt werden.

Eine bislang angewandte Schutzmöglichkeit ist eine hermetisch dichte Einkapselung des Moduls in ein vergleichsweise aufwendiges und teures Hermetikgehäuse. Bei der grundsätzlich z. B. aus der EP 0 466 975 A1 oder der DE 43 23 828 A1 bekannten individuellen Kapselung des Koppelspaltes mit einer Abdeck- oder Vergußmasse treten insbesondere bei mehrkanaligen Modulen mit Wandlern mit mehreren optischen aktiven Zonen aufgrund der Bauteilgeometrie und -erstreckung erhebliche Probleme infolge des unterschiedlichen thermischen Ausdehnungsverhaltens der einzelnen Bauteile – insbesondere des Wandlers und des anzukoppelnden Lichtwellenleiterarrays – auf. Ein weiteres Problemfeld bei mehrkanaligen Hochleistungsmodulen besteht darin, daß zur Ansteuerung der Wandler (Sender) bzw. zur Weiterverarbeitung der Wandler signale (Empfänger) die dazu erforderlichen integrierten elektrischen Schaltungen zur Erreichung hoher Betriebsfrequenzen möglichst in unmittelbarer Nähe der Wandlerbausteine angeordnet und mit kurzen Bonddrähten verbunden sein sollten. Die dazu verwendeten integrierten elektrischen Schaltungen sind in der Regel lichtempfindlich und müssen daher vor dem Zutritt von Außenlicht bzw. vor einer Belastung durch wandlerseitiges Streulicht geschützt werden.

Für diese komplexen und spezifischen Schutzbedürfnisse des Koppelspaltes einerseits und der elektrischen Schaltung andererseits auf engstem Raum ist bislang keine befriedigende Gesamtlösung bekannt geworden. Bei in ihrer Zusammensetzung oder Struktur unterschiedlichen, hinsichtlich der optischen Eigenschaften optimierten Schutzmaterialien erweist sich die Durchführung der Bonddrähte aufgrund der unterschiedlichen thermischen Eigenschaften der Materialien als problematisch.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher in der Schaffung eines elektrooptischen Moduls, insbesondere eines mehrkanaligen Moduls, das bei einem zuverlässigen Schutz sowohl der Koppelspalte zwischen der oder den optisch aktiven Zone(n) und dem oder den zugeordneten Lichtwellenleiter(n) bei einfacher Herstellbarkeit auch mit hohen Frequenzen betreibbar ist, indem der Wandler und eine diesem zugeordnete elektrische Schaltung auf engstem Raum angeordnet sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein elektrooptisches Modul mit einem elektrooptischen Wandler

mit mindestens einer optisch aktiven Zone, an die unter Bildung eines Koppelspaltes ein Ende eines Lichtwellenleiters optisch angekoppelt ist,

mit einer lichtempfindlichen integrierten elektrischen Schaltung, die in der Umgebung des Wandlers angeordnet und die mittels Drahtbonden elektrisch mit dem Wandler verbunden ist,

wobei ein erstes, für das wandlerspezifische Licht durchlässiges Material den Koppelspalt ausfüllt,

wobei ein zweites Material die elektrische Schaltung umgibt, das in seiner Grundzusammensetzung dem ersten Material entspricht, das jedoch in seinen optischen Eigenschaften derart modifiziert ist, daß es für die Schaltung beeinflussendes Licht undurchlässig ist, und

wobei das erste und das zweite Material eine gemeinsame Grenzfläche aufweisen, durch die zumindest ein Bonddraht tritt.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch Verwendung sich in ihrer (chemischen und strukturellen) Grundzusammensetzung entsprechender Materialien gleiche und homogene mechanische Eigenschaften sichergestellt und dadurch Belastungen aufgrund thermischer Einwirkungen auf die beteiligten Bauteile und insbesondere auf die Bonddrähte zuverlässig vermieden werden. Durch Verwendung chemisch gleich aufgebauten Materials für das erste und das zweite (Verguß-)Material ist im übrigen nur ein einziger Materialtyp zu verarbeiten und in der Applikation zu beherrschen. Die erfindungsgemäß vorzusehende Modifizierung der optischen Eigenschaften des zweiten Materials kann z. B. durch Beimischung geeigneter lichtabschirmender und/oder lichtabsorbierender Partikel (beispielsweise Ruß, Farbpigmente, Farbstoffe, Graphit,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ , Talkum,  $\text{TiO}_2$ , Silicate, pyrogene Kieselsäure) erfolgen. Es ist auch eine Einfärbung des zweiten Materials mit Substanzen denkbar, die zumindest in dem Wellenlängenbereich des betriebsgemäß und ggf. von außen auftretenden Lichtes undurchlässig sind. Die Grenzfläche zwischen dem ersten und dem zweiten Material erlaubt in vorteilhafter Weise einen vollständigen Einschluß und damit Schutz des die Grenzfläche durchtretenden Bonddrahtes.

Eine fertigungstechnisch bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Moduls besteht darin, daß die Lichtwellenleiterendfläche in der Ebene der Grenzfläche liegt. Die üblicherweise verwendbaren Materialien lassen sich bei einer derartigen konstruktiven Gestaltung besonders präzise und wohl dosiert aufbringen.

Der Koppelspalt wird vorzugsweise mit einem Polymer verfüllt, das eine besonders niedrige Glasübergangstemperatur besitzt und für den betriebsgemäßen Wellenlängenbereich optisch transparent ist. Dafür eignen sich insbesondere Silikone; diese weisen auch bei extremen Temperaturwechselbeanspruchungen eine hohe Zuverlässigkeit auf, ohne daß sich Verschlechterungen ihres Transmissionsverhaltens erkennen lassen. Die niedrige Viskosität des Silikons und dessen Fließfähigkeit erlauben eine zuverlässige und gezielte Füllung des Koppelspaltes.

Eine fertigungstechnisch besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß das zweite Material auf einer die Schaltung tragenden Grundplatte in einem Bereich aufgebracht ist, der zumindest teilweise von einer zuvor auf die Grundplatte aufgetragenen Vergußraupe begrenzt ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung weiter erläutert; die Fig. 1 bis 3 zeigen ein erfindungsgemäßes Modul im Längsschnitt, in Aufsicht und im Querschnitt.

Das Modul umfaßt einen elektrooptischen Wandler 1 mit einer Vielzahl optisch aktiver Zonen 1a bis 1l (Wandlerar-

ray). Im vorliegenden Beispiel sei angenommen, daß es sich bei dem Wandler um ein Sendeelement handelt. Den optisch aktiven Zonen ist über einen Koppelspalt 2 jeweils ein Ende eines Lichtwellenleiters 3a bis 3l zugeordnet. Das jeweilige Lichtwellenleiterende ist mit der jeweils zugeordneten optisch aktiven Zone derart gekoppelt, daß bei Ansteuerung von der Zone ausgestrahlte Lichtsignale über einen Lichtsignalfad durch die Mantelfläche des Lichtwellenleiters eintreten und an dessen schräg polierter, verspiegelter Stirnfläche (z. B. 4 g/ Fig. 1) in die Längsachsenrichtung Z des Lichtwellenleiters 3g reflektiert wird. Die Lichtwellenleiterenden sind in einem Koppелеlement 7 achsparallel angeordnet und enden zur weiteren Ankopplung an einer rückwärtigen Stirnfläche 7a des Koppелеlementes. Der elektrooptische Wandler ist über eine Vielzahl von ersten Bonddrähten 8a bis 8l mit Leiterbahnen 9a bis 9l eines Wandlerträgers 10 verbunden. Der Wandlerträger weist weitere Bonddrahtanschlüsse auf, die mit weiteren Bonddrähten 12 kontaktiert sind. Die weiteren Bonddrähte verbinden eine lichtempfindliche integrierte elektrische Ansteuerschaltung 14 mit dem elektrooptischen Wandler 1 derart, daß gemäß den Ausgangssignalen der Ansteuerschaltung individuell die aktiven Zonen aktiviert und damit zur gezielten Lichtaussendung angeregt werden können. Rückwärtig sind weitere Kontaktierungspunkte für die elektrische Schaltung vorgesehen, über die diese mittels weiteren Bonddrähten an Leiterbahnanschlüssen 16 zur externen Kontaktierung des Moduls angeschlossen ist.

Ein erstes, für das von den optisch aktiven Zonen 1a bis 1l ausgesendete Licht durchlässiges Material 20 füllt den Koppelspalt 2 und einen dahinterliegenden Raum 21 aus. Das erste Material endet an einer Grenzfläche 24, die die verspiegelte Lichtwellenleiter-Endfläche 4g (Fig. 1) einschließt. Ein zweites Material 26 umgibt die elektrische Schaltung 14 und entspricht in seiner chemischen Grundzusammensetzung dem ersten Material 20. Bei den Materialien handelt es sich um Siliconharze, vorzugsweise Polymethyl-, Polymethyl-Phenyl-Siloxane, Siliconkautschuke, zumindest derart, daß beide Materialien 20, 26 gleiche mechanische und thermische Eigenschaften aufweisen. Insbesondere weisen beide Materialien denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, so daß von dem ersten Material 20 unter Durchdringung der Grenzfläche 24 in das zweite Material 26 gelangende Bonddrähte 8g keinen unterschiedlichen thermisch bedingten Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Auf einer gemeinsamen Grundplatte 28 sind eine die Leiterbahnenanschlüsse 16 tragende Platine 29, die integrierte elektrische Schaltung 14 und der überwiegende Teil des Wandlerträgers 10 angeordnet und vollständig von dem zweiten Material 26 umgeben. Das zweite Material 26 ist durch Beimengung von Partikeln (z. B. Ruß, Farbpigmente, Farbstoffe, Graphit,  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$ , Talkum,  $TiO_2$ , Silicate, pyrogene Kieselsäure) derart in seinen optischen Eigenschaften modifiziert, daß es für die Schaltung beeinflussen des Licht undurchlässig ist.

Bei der Herstellung des erfindungsgemäßen elektrooptischen Moduls wird der Koppelspalt 2 zwischen dem Wandlerarray 1 und den Lichtwellenleiterenden mit dem ersten Material 20 verfüllt, das sich vorteilhafterweise infolge von Kapillarwirkungen vollständig in den Koppelspalt 2 zieht. Bei Verwendung von Silikon machen sich insbesondere dessen niedrige Viskosität und dessen Fließfähigkeit vorteilhaft bemerkbar. Nach dem Aushärten des transparenten ersten Materials wird zur weiteren Begrenzung des Vergußbereichs eine Vergußbraupe 30 auf die Grundplatte 28 aufgetragen und ausgehärtet. Die Vergußbraupe 30 kann vorzugsweise aus einem Epoxydharz bestehen. Anschließend wird das damit von der Vergußbraupe und stirnseitig von der Wandleranord-

nung begrenzte Vergußbett 32 mit dem zweiten Material 26 ausgefüllt. Das zweite Material, das die gleiche chemische Basis wie das erste Material besitzt, schirmt die empfindliche Schaltung aufgrund der beigefügten lichtundurchlässigen Komponenten ausreichend ab.

#### Patentansprüche

##### 1. Elektrooptisches Modul mit

- einem elektrooptischen Wandler (1) mit mindestens einer optisch aktiven Zone (1a), an die unter Bildung eines Koppelspaltes (2) ein Ende eines Lichtwellenleiters (3a) optisch angekoppelt ist,
- mit einer lichtempfindlichen integrierten elektrischen Schaltung (14), die in der Umgebung dem Wandler (1) angeordnet und die mittels Drahtbonden elektrisch mit dem Wandler (1) verbunden ist,
- wobei ein erstes, für das wandlerspezifische Licht durchlässiges Material (20) den Koppelspalt (2) ausfüllt,
- wobei ein zweites Material (26) die elektrische Schaltung (14) umgibt, das in seiner Grundzusammensetzung dem ersten Material (20) entspricht, das jedoch in seinen optischen Eigenschaften derart modifiziert ist, daß es für die Schaltung (14) beeinflussendes Licht undurchlässig ist, und
- wobei das erste (20) und das zweite Material (26) eine gemeinsame Grenzfläche (24) aufweisen, durch die zumindest ein Bonddraht (8g) tritt.

2. Modul nach Anspruch 1, wobei die Lichtwellenleiter-Endfläche (4g) in der Ebene der Grenzfläche (24) liegt.

3. Modul nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste (20) und das zweite Material (26) ein Polymer, insbesondere Silikon, ist.

4. Modul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das zweite Material (26) auf einer die Schaltung (14) tragenden Grundplatte (28) in einem Bereich aufgebracht ist, der zumindest teilweise von einer zuvor auf die Grundplatte (28) aufgetragenen Vergußbraupe (30) begrenzt ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

